

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-257355

(43)Date of publication of application : 21.09.1999

(51)Int.Cl.

F16C 33/12

C22C 5/06

C25D 3/64

C25D 7/00

(21)Application number : 10-063437

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

(22)Date of filing : 13.03.1998

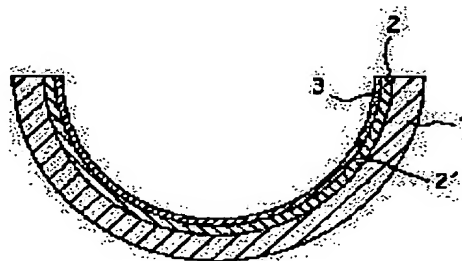
(72)Inventor : MICHIOKA HIROBUMI
FUWA YOSHIO
SHIMURA YOSHIO
HOTTA SHIGERU

(54) SLIDING MEMBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the same sliding characteristic as a material including Pb by constituting a sliding member by base material and a coated layer formed on a sliding surface of a surface of the base material, including at least one kind selected from a group made of Sn, Bi, and In the coated layer, and making the rest thereof of Ag and unavoidable impurity.

SOLUTION: A sliding member is composed of a base material and a coated layer 3 formed on a sliding surface of a surface of the base material, the base material is selected according to an adapting member. In the case of a sliding bearing for an internal combustion engine, lining of a Cu-Sn alloy layer 2 is carried out on a steel back plate 1. A Ni plating layer 2' is arranged as an intermediate layer on a surface of the base material in order to improve joining of the base material and the coated layer and an anticorrosion. The coated layer 3 contains at least one kind selected from a group made of Sn, Bi, and In, and its rest part is made of Ag and an unavoidable impurity. Pb not is not contained in the coated layer 3, fatigue resistance and abrasion resistance are improved by a characteristic of Ag group, the coated layer 3 run-in with Sn, Bi, In has good lubrication and seizing resistance.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3570607

[Date of registration] 02.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-257355

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月21日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	F I	
F 1 6 C 33/12		F 1 6 C 33/12	Z
C 2 2 C 5/06		C 2 2 C 5/06	Z
C 2 5 D 3/64		C 2 5 D 3/64	
7/00		7/00	C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-63437

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月13日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
の1

(72) 発明者 道岡 博文

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

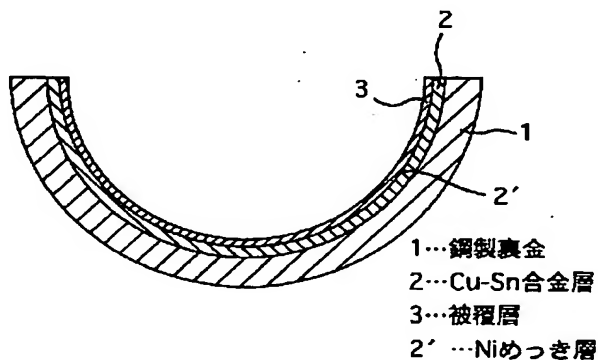
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動部材

(57) 【要約】

【課題】 少なくとも摺動面にPbを含有せず、しかもPbを摺動面に含有するものと同等の摺動特性を発揮する摺動部材を提供する。

【解決手段】 基材の表面で相手材との摺動面に、Sn、Bi及びInよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にAg及び不可避不純物よりなる被覆層3が形成されている。摺動面にPbを含有しないものであるが、摺動面にPb含有するものと同等の摺動特性を発揮する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなる摺動部材において、上記被覆層は、Sn、Bi及びInよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にAg及び不可避不純物よりなることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 前記被覆層中に含まれるSnの量は2～50重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項3】 前記被覆層中に含まれるBiの量は5～50重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項4】 前記被覆層中に含まれるInの量は2～28重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項5】 前記被覆層中に含まれるSn、Bi及びInの量は、合計で4～50重量%で、Snが2～20重量%、Biが5～20重量%、Inが2～10重量%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項6】 前記被覆層は、前記基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は摺動部材に関し、詳しくはPb（鉛）を含有しない摺動部材に関する。本発明の摺動部材は、例えば内燃機関用のすべり軸受やブッシュに好適に利用することができる。

【0002】

【従来の技術】 自動車エンジンの高出力化に伴って、クランクシャフトやコネクティングロッド等に使用されるすべり軸受には、低炭素鋼製の裏金に、初期なじみ性と高い圧縮・疲労強度とを有するケルメット合金（Cu及びPbを主成分とする合金）をライニングした軸受が多く用いられている。

【0003】 この軸受では、普通、ケルメット合金表面で相手材との摺動面に電気めっき等により薄いオーバーレイ層が形成される。これは相手材とのなじみ性をさらに高める等の目的でなされるもので、オーバーレイ層には軟質なPb及びSnを主成分とする合金が用いられる。なお、ケルメットの耐食性を向上させたり、オーバーレイ層中のSnがケルメット合金中に拡散してオーバーレイ層が劣化することを防止する等の目的で、ケルメット表面に数μm程度の厚さのNi等のめっき処理を施し、このめっき層の上にオーバーレイ層を形成することも行われている。

【0004】 また、上記すべり軸受には、Al基でSn及びPb等を合金化したアルミニウム合金軸受（特開平4-219523号公報等参照）も多く用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年の材料開発の動向としてPbフリー化の方向に進んでいる。この開発動向は上記すべり軸受等の摺動部材も例外ではない。しかしながら、すべり軸受等の摺動部材において、摺動特性を満足させる上でPbは重要である。高出力エンジンのように高負荷条件部では、高い摺動特性が要求されることから、Pbは特に重要である。このため、摺動面にPbを含有せずに、十分な摺動特性を備えた摺動部材を提供することは、きわめて困難であった。

【0006】 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、少なくとも摺動面にPbを含有せず、しかもPbを摺動面に含有するものと同等の摺動特性を発揮しうる摺動部材を提供することを解決すべき技術課題とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】（1）上記課題を解決する請求項1記載の摺動部材は、基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなる摺動部材において、上記被覆層は、Sn、Bi及びInよりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にAg及び不可避不純物よりなることを特徴とする。

【0008】（2）請求項2記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるSnの量は2～50重量%であることを特徴とする。

（3）請求項3記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるBiの量は5～50重量%であることを特徴とする。

（4）請求項4記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるInの量は2～28重量%であることを特徴とする。

【0009】（5）請求項5記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層中に含まれるSn、Bi及びInの量は、合計で4～50重量%で、Snが2～20重量%、Biが5～20重量%、Inが2～10重量%であることを特徴とする。（6）請求項6記載の摺動部材は、請求項1記載の摺動部材において、前記被覆層が、前記基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】 本発明の摺動部材は、基材と、該基材の表面で相手材との摺動面に形成された被覆層とからなるものである。上記基材の種類としては特に限定されず、本発明の摺動部材を適用しようとする部材に応じて、鋼材、鋳鉄、鉄系焼結合金、アルミニウム合金及び銅合金等から適宜採択可能であり、これらの材料の複合材料であってもよい。但し、この基材もPbを含有しないことが好ましい。例えば、本発明の摺動部材を内燃機関用すべり軸受に適用する場合、鋼製裏金にCu-Sn系合金層をライニングしてなる基材や、Al-Sn-S

i系合金層よりなる基材等を用いることができる。

【0011】上記被覆層は、基材の表面をめっき処理することにより形成されためっき皮膜であることが好ましい。被覆層がめっき皮膜であれば、密着性や皮膜強度の点で有利となるからである。このめっき処理としては、電気めっきや化学めっきなどの湿式めっきの他、イオンプレーティングやスパッタリングなどのPVD法による乾式めっきを採用することができる。なお、基材に被覆層を形成する方法として、めっき処理の他に溶射等を採用することも可能である。

【0012】なお、基材表面に直接被覆層を形成してもよいが、基材と被覆層との接合性や基材の耐食性を向上させる等の観点から、基材表面に中間層を形成することが好ましい。この中間層としては、Niめっき層、Coめっき層やZnめっき層等を採用することができる。また上記被覆層の厚さは1.0~30 μ mとすることが好ましい。被覆層の厚さが1.0 μ mよりも薄いと、十分な摺動特性を発揮することが困難となり、一方30 μ mよりも厚いと密着性が低下して被覆層が基材表面から剥がれ易くなる。より好ましい被覆層の厚さは10~30 μ mである。被覆層の厚さが10 μ m以上になると、必要ななじみ性の確保及び耐摩耗寿命の点で有利となる。

【0013】上記被覆層は、Sn（スズ）、Bi（ビスマス）及びIn（インジウム）よりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有し、残部が実質的にAg（銀）及び不可避不純物よりなるものであり、この被覆層にはPbが含有されていない。かかるAg合金よりなる被覆層は、延性及び融点が高いというAg基の特性により耐疲労性及び耐摩耗性が良好で、しかもSn、BiやInの働きにより硬さが高過ぎることがなくなりなじみ性が良好で、かつ、潤滑性が良くて耐焼付き性が良好である。

【0014】したがって、上記Ag合金よりなる被覆層が基材の表面で相手材との摺動面に形成された本発明に係る摺動部材は、少なくとも摺動面にPbを含有しないにもかかわらず、なじみ性、耐焼付き性、耐摩耗性及び耐疲労性の摺動特性が良好となる。ここに、SnはAg合金の初期なじみ性及び耐摩耗性の向上に寄与する。上記被覆層において、Snの含有量が2重量%未満になると、硬さが高く初期なじみ性が十分でない。一方、Snの含有量が50重量%を超えると、合金融点が大幅に低下して高温下で軟化し、耐摩耗性が不十分となる。このため、上記被覆層におけるSnの含有量は2~50重量%とすることが好ましい。なお、耐焼付き性の観点からSnの含有量の下限は9重量%とすることが特に好ましく、また耐熱性の観点からSnの含有量の上限は25重量%とすることが特に好ましい。

【0015】BiはAg合金の初期なじみ性及び耐疲労性の向上に寄与する。上記被覆層において、Biの含有量が5重量%未満になると、硬さが高く初期なじみ性が十分でない。一方、Biの含有量が50重量%を超える

と、Agが保有している特性（延性）が悪くなり、耐疲労性の低下につながる。このため、上記被覆層におけるBiの含有量は5~50重量%とすることが好ましい。なお、初期なじみ性の観点からBiの含有量の下限は10重量%とすることが特に好ましく、また耐焼付き性及び耐疲労性の観点からBiの含有量の上限は22重量%とすることが特に好ましい。

【0016】InはSnと同様の効果があり、上記被覆層において、Inの含有量が2重量%未満になると硬さが高く初期なじみ性が十分でなく、一方28重量%を超えると、合金融点が低下して高温下で軟化し、耐摩耗性が不十分となる。このため、上記被覆層におけるInの含有量は2~28重量%とすることが好ましい。なお、初期なじみ性の観点からInの含有量の下限は7重量%とすることが特に好ましく、また耐熱性の観点からInの含有量の上限は20重量%とすることが特に好ましい。

【0017】上記Sn、Bi及びInは二種以上を同時に含有させることもできる。ここに、Ag合金中のAgの含有量はAg基による高延性及び高融点の特性を確保する観点から50重量%以上を確保することが好ましく、Sn、Bi及びInの含有量が合計で50重量%を超えると、延性及び耐摩耗性が低下する。一方、Sn、Bi及びInの含有量が合計で4重量%未満では、硬さが高いため初期なじみ性が十分でなく、潤滑性が悪く、耐焼付き性向上が期待できない。このため、Sn、Bi及びInを同時に含有させる場合は、Sn、Bi及びInの合計の含有量が4~50重量%で、Snが2~20重量%、Biが5~20重量%、Inが2~10重量%であることが好ましい。

【0018】したがって、本発明の摺動部材は内燃機関用のすべり軸受やブッシュに好適に利用することが可能となる。

【0019】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

〔第1実施例〕鋼製裏金付きのCu-Sn合金（Cu：94.5重量%、Sn：5重量%）試験片を準備し、この試験片のCu-Sn合金表面に、以下に示すように、表1に示す化学組成よりなる厚さ10~30 μ mの被覆層を電気めっきにより形成した。

【0020】

【表1】

		化学組成 (wt %)				
		Ag	Sn	Bi	In	Pb
実施例	1	残部	2	—	—	—
	2	残部	20	—	—	—
	3	残部	50	—	—	—
	4	残部	—	5	—	—
	5	残部	—	10	—	—
	6	残部	—	50	—	—
	7	残部	—	—	2	—
	8	残部	—	—	28	—
	9	残部	2	—	2	—
	10	残部	5	10	—	—
	11	残部	20	20	10	—
	12	残部	2	5	2	—
比較例	1	—	10	—	—	残部
	2	—	10	—	8	残部
	3	100	—	—	—	—
	4	—	100	—	—	—

【0021】（実施例1～3）表2に示す組成よりなるめっき浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Ag-Sn合金よりなる被覆層を形成した。

【0022】

【表2】

Ag-Sn合金めっき液組成	
AgCN	0.05～3.5g/リットル
K ₂ SnO ₃ ・3H ₂ O	7.2～150g/リットル
KCN	1～74g/リットル
KOH	7～34g/リットル

【0023】

【表3】

めっき条件	
めっき液温度 (°C)	40～50
電流密度 (A/dm ²)	0.5～2.0

（実施例4～6）表4に示す組成よりなるめっき浴を用

い、めっき被覆部材を陰極にして、表5に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Agよりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにBiめっきを行った後、熱処理（150～170℃、30～60分）によりBiをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Ag-Bi合金よりなる被覆層を形成した。

【0024】

【表4】

Agめっき液組成	
育化銀	20～30g/リットル
育化カリ	70～90g/リットル
酸化カドミウム	5～15g/リットル
次亜硫酸ソーダOH	1～5g/リットル

【0025】

【表5】

めっき条件	
めっき液温度 (℃)	20～30
電流密度 (A/dm ²)	0.5～2.0

(実施例7、8) まず、実施例4～6と同様に表3に示す組成よりなるめっき浴を用い、めっき被覆部材を陰極にして、表4に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Agよりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150～170℃、30～60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Ag-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0026】(実施例9) まず、実施例1～3と同様に表2に示す組成よりなるめっき浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Ag-Sn合金よりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理(150～170℃、30～60分)によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Ag-Sn-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0027】(実施例10) まず、実施例1～3と同様に表2に示す組成よりなるめっき浴を用い、表3に示すめっき条件により電気めっきすることにより、Ag-Sn合金よりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにBiめっきを行った後、熱処理(150～170℃、30～60分)によりBiをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Ag-Sn-Bi合金よりなる被覆層を形成した。

【0028】(実施例11、12) まず、実施例10と同様にAg-Sn-Bi合金よりなる被覆層を形成した。そして、このめっき皮膜の上にさらにInめっきを行った後、熱処理によりInをめっき皮膜中に拡散させて表1に示す組成となるように処理することにより、Ag-Sn-Bi-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0029】(比較例1) ホウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20～30℃、電流密度2～5A/dm²の条件でめっき処理することにより、Pb-Sn合金よりなる被覆層を形成した。

(比較例2) ホウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20～30℃、電流密度2～5A/dm²の条件で、まずPb-Sn合金めっき処理をし、さらにその上にInめっきをし熱処理することにより、Pb-Sn-In合金よりなる被覆層を形成した。

【0030】(比較例3) 表4に示す組成よりなるめっき浴を用い、めっき被覆部材を陰極にして、表5に示すめっき条件により電気めっきすることにより、純Agよりなる被覆層を形成した。

(比較例4) ホウフッ化浴よりなるめっき液を用い、めっき液温度20～30℃、電流密度2～5A/dm²の条件でめっき処理することにより、Snよりなる被覆層を形成した。

【0031】なお、上記比較例4に係る被覆層は、一部のすべり軸受のオーバーレイ層として、現在用いられている合金層である。

(硬さの評価) 上記実施例1～12及び比較例1～4の被覆層の硬さをマイクロビッカース硬度計により測定した。その結果を表6及び図1に示す。

【0032】(摩擦摩耗特性の評価) 上記実施例1～12及び比較例1～4の被覆層を摺動面に形成したφ7mm×L12mmのピンよりなる試験片について、摩擦摩耗試験を行った。その結果を表6及び図2、図4に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

試験装置 : ピンオンディスク試験機
すべり速度 : 0.5m/s
荷重 : 9N

潤滑 : 無潤滑 (5×10^{-2} Torr の真空中)
 温度 : 室温
 試験時間 : 30分 (但し、摩耗量が多くて30分もたないものについては、30分摩耗を行ったものとして換算した。)
 相手材 : ディスクテストピース、SUS430 (硬さ: Hv290、表面粗さ: $0.5 \mu\text{mRz}$)

(耐焼付き性の評価) 上記実施例1～12及び比較例1～4の被覆層を摺動面に形成した30mm×30mm、厚さ2mmのプレート (摺動面30mm×30mm) よりなる試験片について、焼付き試験を行った。その結果

【0033】

試験装置 : 円筒×平板テストピーススラスト試験機
 すべり速度 : 2.0 m/s
 荷重 : ステップアップ漸増法 (5 kgf/ステップ)
 潤滑 : 5W-30基油 (油浴)
 温度 : 室温～なりゆき
 試験時間 : ステップアップ/5分毎
 相手材 : 円筒テストピース、炭素鋼 (S50C、硬さ: Hv600、表面粗さ: $0.8 \mu\text{mRz}$)

【0034】

【表6】

硬さと摩擦摩耗試験の評価結果					
		硬さ (Hv)	摩擦係数 (μ)	焼付荷重 (kgf)	摩耗量 (mg/0.5h)
実施例	1	62	0.4	60	0.8
	2	25	0.35	75	1.2
	3	20	0.3	60	1.5
	4	55	0.43	70	0.9
	5	33	0.4	95	0.5
	6	28	0.4	80	1.3
	7	65	0.42	65	0.7
	8	26	0.38	90	1.4
	9	58	0.45	65	0.8
	10	22	0.36	85	1.4
	11	18	0.33	80	1.6
	12	20	0.35	80	1.1
比較例	1	10	0.25	10	45
	2	9.3	0.4	15	47
	3	108	0.3	50	0.3
	4	9	0.3	40	20

【0035】表6及び図1～図4から明らかなように、実施例1～12は、比較例1、2及び4と比べて硬さが

高くなっているが、比較例3 (純Agめっき) より硬さが低くなっている。そして、実施例1～12は、硬さ

が高いわりに摩擦係数が低めで、実施例1～12の摩擦係数は比較例のものに近い値を示している。また、比較例1及び2のPbをベースにしたものでは、焼付き試験中に被覆層が摩耗して低荷重で焼き付きに至るのに対し、実施例1～12は全て比較例1及び2よりも優れた耐焼付き性を示すとともに耐摩耗性も大幅に優れていた。

【0036】また、純Agめっきの比較例3では、オーバーレイとしては非常に硬く、耐摩耗性には優れているが、なじみ性が不十分のため焼付き荷重が低いのにに対し、実施例1～12ではなじみ性及び耐摩耗性の双方が非常に高く、なじみ性及び耐摩耗性の両立が図られている。

【第2実施例】本実施例は本発明の摺動部材を内燃機関用すべり軸受に適用したものである。

【0037】図5に示すように、鋼製裏金1に、外径4

試験装置	: 静荷重軸受試験機
回転数	: 5000rpm (周速: 12.5m/s)
潤滑油	: SAE10W-30
給油量	: 0.1リットル/分
給油温度	: 100℃
相手材	: 炭素鋼 (S50C、Hv: 600、表面粗さ: 0.8μmRz)

図6から明らかなように、すべり軸受の表面で相手材との摺動面に本発明に係る被覆層を形成することにより、Pbをベースとした比較例1及び2、純Agの比較例3並びに純Snの4よりも優れた軸受性能（焼付き特性）を発揮させることができた。

【0040】また、純Agの比較例3では、なじみ性が悪く、所定の試験条件に達する前に焼付きが発生し、試験できなかったものがあつた（図6にはうまく試験できたもののデータを示す）のに対し、本実施例では試験初期に焼付きが発生するものは無かつた。なお、上記実施例では、電気めっきにより被覆層を形成した場合の結果を示したが、PVD等の気相めっき法で被覆層を形成した場合も同様の結果が得られることを確認した。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の摺動部材は、摺動面にPbを含有しないものであるが、摺動面にPb含有するものと同等以上の摺動特性を発揮すること

8mm、肉厚1.5mmのCu-Sn合金層（Cu: 94.5重量%、Sn: 5重量%）2をライニングしてなる基材を準備した。この基材のCu-Sn合金層2の表面、すなわち相手材との摺動面に1.5μmの厚さのNiめっき層2'を形成した。なお、このときのめっき条件は、めっき液: ワット浴、めっき液温度: 50℃、電流密度: 6A/dm²である。

【0038】そして、このNiめっき層2'の表面に、前記第1実施例と同様の方法により被覆層3を形成して、すべり軸受を作製した。第1実施例で示した実施例1～12及び比較例1～4の被覆層を上記すべり軸受の被覆層3に適用したものについて、軸受単体試験を行った。その結果を図6に示す。なお、試験条件は以下のとおりである。

【0039】

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係り、被覆層の硬さの測定結果を示す棒グラフである。

【図2】第1実施例に係り、被覆層の摩擦係数の評価結果を示す棒グラフである。

【図3】第1実施例に係り、被覆層の耐焼付き性の評価結果を示す棒グラフである。

【図4】第1実施例に係り、被覆層の耐摩耗性の評価結果を示す棒グラフである。

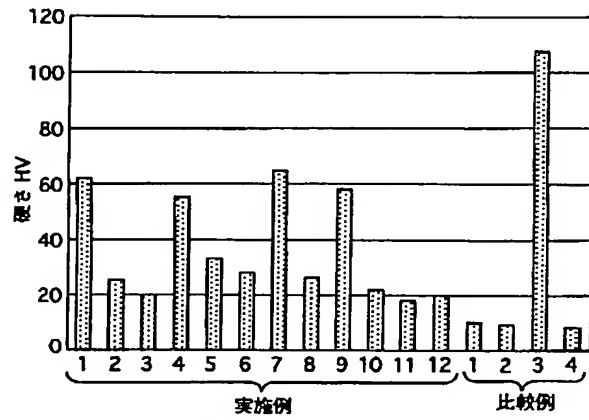
【図5】第2実施例に係り、すべり軸受の一部断面図である。

【図6】第2実施例に係り、被覆層の耐焼付き性の評価結果を示す棒グラフである。

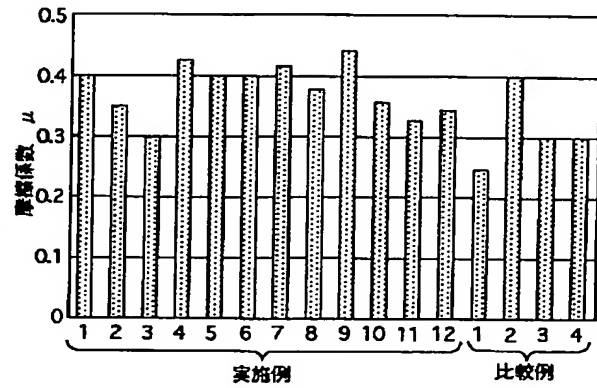
【符号の説明】

1…鋼製裏金、2…Cu-Sn合金層、2'…Niめっき層、3…被覆層

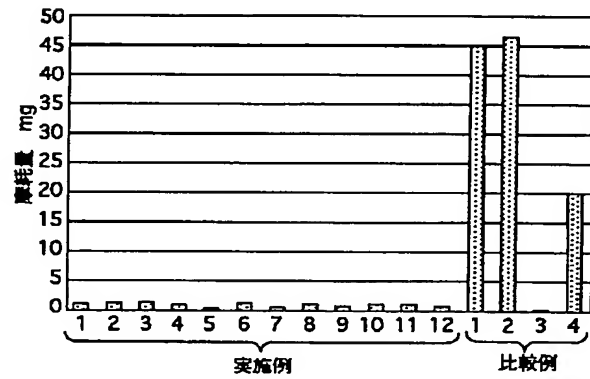
【図1】



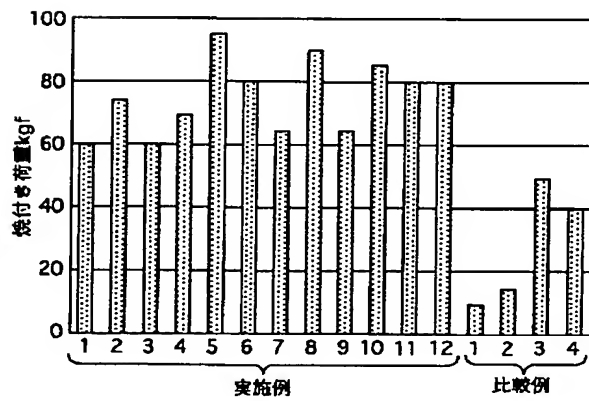
【図2】



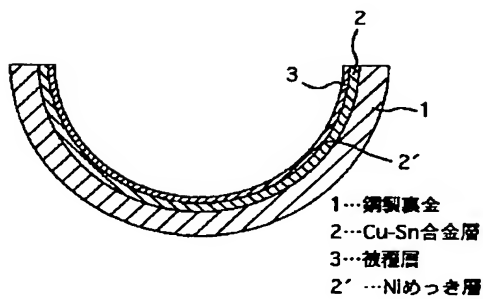
【図4】



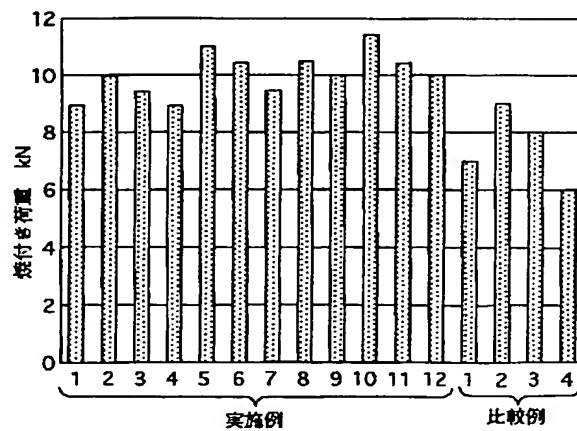
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 不破 良雄
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 志村 好男
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の 1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 堀田 滋
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の 1 株式会社豊田中央研究所内

This Page Blank (uspto)